

A INTERPRETAÇÃO DO FENÔMENO DA OXIDAÇÃO DO MAGNÉSIO: UM OLHAR A PARTIR DA EPISTEMOLOGIA DE BACHELARD

Jheniffer Micheline Cortez dos Reis, Neide Maria Michellan Kiouranis,
Marcelo Pimentel da Silveira, Vagner Roberto de Souza
Universidade Estadual de Maringá

RESUMO: Este estudo é parte de uma investigação realizada em nível de mestrado sobre obstáculos epistemológicos em Bachelard, que possibilitou a identificação de obstáculos acerca do conceito de átomo. Assim sendo, foi realizada uma investigação do tipo qualitativa, envolvendo 35 estudantes do primeiro ano de um curso de licenciatura e cujo objeto de estudos foi uma atividade com foco na interpretação da oxidação do magnésio. Após observarem o fenômeno, solicitou-se que o explicassem a partir de suas concepções prévias, sendo que algumas respostas se enquadram em uma explicação pautada no senso comum e empirista e outras em uma perspectiva mais racionalista. Os resultados dessa investigação indicaram que os estudantes apresentam dificuldade na compreensão dessa reação no nível atômico.

PALAVRAS-CHAVE: ensino de química, pedagogia científica, obstáculo epistemológico.

OBJETIVOS: Nosso objetivo é compreender como os estudantes de química do nível superior interpretam o fenômeno da oxidação do magnésio, por meio de uma atividade planejada a partir das características da pedagogia científica de Bachelard, visando ao debate de obstáculos epistemológicos anteriormente investigados acerca do conceito de átomo.

MARCO TEÓRICO

Gaston Bachelard foi um epistemólogo francês do século XX que influenciou profundamente os modos de pensar a ciência, sua construção e seu ensino. Além de filósofo da ciência, Bachelard (1884 – 1962) foi poeta e professor de química e física, que transpôs suas contribuições epistemológicas em uma pedagogia científica. Dentre as contribuições da pedagogia de Bachelard, pode-se destacar a noção de progresso na produção do conhecimento científico de modo dialético, o papel do erro na construção científica, a importância da epistemologia histórica e dos obstáculos epistemológicos no processo de ensino e aprendizagem, bem como o desenvolvimento do espírito científico (Lopes, 2007; Martins, 2007; Fonseca, 2008, Roger, 2014). De acordo com Japiassú (1976), Bachelard, durante sua longa carreira de professor, evitou o autoritarismo e o ensino dogmático. Roger (2014) destaca que, para o filósofo, um professor não atua como detentor do saber, mas possui uma postura reflexiva, guiando os estudantes no processo de ensino e aprendizagem.

Da obra “A Formação do Espírito Científico” (Bachelard, 1996) podem ser identificadas algumas características da pedagogia científica de Bachelard, essenciais para o processo de ensino e aprendizagem, conforme destacado no esquema 1.



Esquema 1. Características da pedagogia científica de Bachelard. *Fonte:* Os autores.

Considerando, portanto, tais características, Bachelard (1996) concebe essa nova pedagogia científica como possibilidade para professores e alunos exercitarem o pensamento diante dos fenômenos. Dessa forma, as capacidades de formular questões e solucionar problemas são constantemente acionadas no sentido de colocar em xeque os conhecimentos anteriores. Partimos, então, de obstáculos epistemológicos anteriormente manifestados pelos estudantes, sujeitos aqui considerados, com o intuito de compreender as explicações desses estudantes perante o fenômeno da oxidação do magnésio, buscando sua compreensão no nível atômico.

PERCURSO METODOLÓGICO

Esta pesquisa, de natureza qualitativa, foi desenvolvida em uma Universidade pública do Estado do Paraná – Brasil, com cinquenta e quatro estudantes do primeiro ano do curso de licenciatura em química, no âmbito da disciplina de Química Geral. Na atividade que analisamos, os estudantes das duas turmas investigadas somam trinta e cinco licenciandos.

Para iniciar a atividade, um vídeo sobre o fenômeno da oxidação do magnésio foi exibido e após foi solicitado que, individualmente e por escrito, explicassem o fenômeno. As respostas foram discutidas pelo professor da disciplina, coletivamente, partindo das características macroscópicas do experimento até chegar à explicação do fenômeno, no nível atômico. A investigadora deste estudo, em colaboração com o professor da disciplina, participou do processo de questionamento e de mediação em todas as ações do experimento sobre a oxidação do magnésio.

Os dados foram recolhidos por meio de diário do investigador, registros escritos e em vídeo. Para efeito desta investigação, optamos pela análise de conteúdos (Bardin, 1979), que consiste na categorização das respostas. Esse processo de categorização foi realizado *a posteriori* e, após a discussão das respostas, realizou-se uma análise pautada na epistemologia de Bachelard.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Partimos do contexto de pesquisa, em que se investigou como os estudantes concebiam o átomo e quais obstáculos epistemológicos estavam presentes em suas explicações. De modo geral, dentre as principais dificuldades na compreensão do átomo, está a noção de átomo concreto. Possivelmente, tal dificuldade origina-se do obstáculo realista e da explicação do átomo por meio de analogias não compreendidas, que podem configurar o obstáculo verbal (Reis, Kiouranis & Silveira, 2015). Desse modo, a atividade da oxidação do magnésio foi planejada e desenvolvida de modo a valorizar a construção de conceitos científicos e contribuir para a interpretação desse fenômeno, no nível atômico.

A reação da oxidação de magnésio é muito interessante, uma vez que a combustão desse metal provoca a emissão de uma luz esbranquiçada de modo bastante intenso. Como consequência, as explicações dadas, de certo modo, buscavam discutir os motivos para ocorrer a emissão de luz. As categorias foram estabelecidas *a posteriori* sobre as hipóteses dos estudantes e encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1.
Categorias representativas das explicações
dos estudantes para o fenômeno da oxidação do magnésio

CATEGORIA	FREQUÊNCIA (%)
Salto de elétrons de camada mais externa para camadas mais internas	37
Reação do magnésio com o oxigênio	14
Fusão do magnésio	11
Reação química	8
Emissão do corpo negro	6
Efeito fotoelétrico	6
Característica do metal (emitir brilho)	6
Metal emite luz ao entrar em contato com a chama	6
Reação de combustão	6

A explicação do salto dos elétrons da camada mais externa para camadas mais internas foi a mais citada (37%) para explicar o fenômeno da oxidação do magnésio. Possivelmente, a explicação do fenômeno por meio do salto foi frequente devido à luz emitida após a queima. Quando o estudante utiliza essa explicação, podemos inferir que entende o átomo de acordo com o modelo de Bohr. Nesse caso, a compreensão das camadas no átomo pode levar à explicação sobre a luz emitida ao salto dos elétrons. Essa ideia pode ser observada no seguinte fragmento:

Um cátion, como por exemplo, o Mg^{2+} , tem camada de valência 3s com dois elétrons. Esses elétrons quando recebem uma quantidade de energia suficiente ficam excitados, pulando de uma camada a outra até chegar seu estado fundamental, e liberando toda energia absorvida através de luz (fótons) (A2).

Parte dos estudantes (14%) mencionou que o fenômeno se tratava de uma reação química e explicou que os reagentes envolvidos seriam o magnésio e o oxigênio; no entanto, os alunos não utilizaram a nomenclatura da reação de oxidação, mesmo mencionando a reação com o oxigênio. Esses estudantes caracterizaram corretamente o fenômeno que observaram, contudo não explicaram de onde vem a luz observada, como pode ser evidenciado no fragmento a seguir:

O magnésio reage com o oxigênio do ar, formando o óxido de magnésio (MgO) que é um sólido (A47).

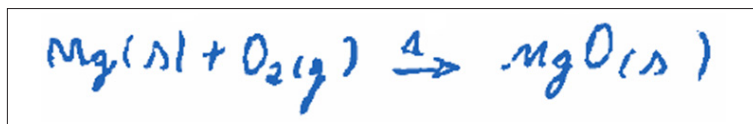


Fig. 1. Representação da reação proposta pelo estudante A47

O estudante A47, embora utilize em sua explicação a representação correta do fenômeno, não caracteriza uma interpretação no nível atômico, pois se utiliza de uma linguagem ainda macroscópica quando menciona apenas reagentes e produto. Esta é uma característica da química lavoisieriana, que, embora tenha marcas de uma nova química, utiliza-se muito de aspectos realistas para caracterizar os fenômenos.

Alguns estudantes (11%) interpretaram o fenômeno como uma transformação física: a fusão. Essa ideia é errônea, no entanto apresenta uma lógica quando se pensa que, para fundir qualquer material, é necessário fornecer energia, além do fato de haver uma transformação visual da matéria. Essa explicação denota uma concepção alternativa acerca das diferenças entre as transformações químicas e físicas, bastante comum no ensino de química (Silva, Souza & Marcondes, 2008). No entanto, pode ser fruto de um obstáculo epistemológico que Bachelard discute: a experiência primeira, vinculada àquilo que se pode observar macroscopicamente, como pode ser notado no seguinte excerto:

O fenômeno observado, após o contato com o fogo, ele emite uma luz, a qual pode-se notar o magnésio metálico com uma *aparência distorcida*, uma vez que este fundiu (A3).

Nas respostas apresentadas, a fusão do metal aparece como a explicação, no geral, por conta da distorção ocorrida na estrutura. Este aspecto também foi bastante enfatizado nas discussões em sala de aula, em que se observou a mudança no formato do magnésio após a queima, o que pode indicar tanto a mudança de estado físico como a transformação química para os estudantes. Fica evidente que há um erro conceitual sobre o fenômeno no que se refere às diferenças entre as transformações físicas e químicas, o que pode ter sua origem nas observações feitas apressadamente. Neste caso, percebemos a influência do realismo do olhar nas respostas dos estudantes, associada ao obstáculo experiência primeira, em que os estudantes utilizam de conhecimentos do senso comum para explicar o fenômeno e não conseguem apresentar um nível de entendimento mais profundo.

Cerca de 8% dos estudantes caracterizaram apenas a ocorrência de uma reação química, sem qualificá-la como combustão ou oxidação. Percebe-se que apresentam apenas a ideia de transformação da matéria, como pode ser observado no seguinte fragmento:

O metal recebe uma fonte de energia, fogo (calor), ocorre uma reação química, fazendo com que o metal absorva esta energia, emitindo em forma de luz (A11).

Nessa resposta, A11 mencionou que ocorreu uma reação química, mas não explicou sobre de que reação se tratava. Embora seja uma noção importante, apenas atribuir a explicação à ocorrência de uma reação química não seria esperado nesse nível de ensino.

Alguns estudantes explicaram o fenômeno como uma emissão do corpo negro, efeito fotoelétrico, característica do metal, emissão de brilho e reação de combustão, correspondendo a 6% de cada uma dessas categorias, as quais não discutiremos com maior ênfase por apresentar-se menos frequentemente nas respostas investigadas.

De uma forma geral, a análise epistemológica acerca das categorias identificadas revela várias explicações sobre a oxidação do magnésio e, com isso, percebemos o que Bachelard discute sobre a falha dos nossos sentidos, a partir da experiência primeira e da percepção que temos do mundo. Considerando

que cada um possui uma vivência e contextos diferentes, as respostas são fruto dessas experiências e das teorias que os estudantes apresentam.

Foi possível perceber que há níveis de profundidade e de complexidade nas respostas dos estudantes, como o realismo ingênuo, o empirismo e o racionalismo. Nesse sentido, poderíamos admitir que as explicações acerca da transformação física (fusão e mudança de estado) e acerca da característica do metal (emitir luz em contato com a chama) apresentam obstáculos epistemológicos de natureza realista, experiência primeira e substancialismo, classificados entre o realismo ingênuo e o empirismo, uma vez que a explicação dada ao fenômeno foi fruto apenas daquilo que se podia observar macroscopicamente.

A explicação do salto dos elétrons na camada, embora não se aplique ao fenômeno da oxidação do magnésio, denota que o estudante é capaz de pensar em uma explicação do nível atômico e possui uma visão elaborada acerca do átomo, mesmo que não seja adequada do ponto de vista da teoria quântica. Assim, são notórios, nessa resposta, os indícios do pensamento racional.

Podemos destacar, como exemplo de uma resposta mais complexa, os estudantes que compreendem que o fenômeno envolve uma reação química. No entanto, foi possível identificar três categorias acerca dessa concepção. Primeiramente, aqueles que só mencionaram a existência de uma reação química, ainda de modo bastante confuso e com obstáculos nessas visões, como, por exemplo, o substancialismo. Em segundo lugar, poderíamos mencionar os estudantes que compreenderam que se trata de uma combustão, uma conclusão ainda baseada no empirismo, uma vez que o estudante observa que o material é queimado. E, por último, há estudantes que compreendem que o magnésio reage com o oxigênio formando um óxido, contudo não mencionam que se trata de uma reação de oxidação. Desse modo, esses três níveis de respostas que mencionam a reação química poderiam ser classificadas entre empirista e racionalista, sendo possível observar o aumento da complexidade e da compreensão acerca do fenômeno.

Assim, a categoria II (Reação do magnésio com oxigênio) é a que mais se aproxima da explicação correta do fenômeno, entretanto ainda podem ser percebidas algumas dificuldades dos estudantes em compreender completamente o fenômeno. Uma das dificuldades é acerca da nomenclatura e da classificação da reação, uma vez que nenhum estudante apresentou uma resposta completa. Além disso, mesmo mencionando a reação, não houve resposta que explicasse a liberação de luz, que só pôde ser compreendida ao final das discussões realizadas em sala de aula e que é explicada a partir da compreensão do fenômeno no nível atômico.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme os resultados da pesquisa, a compreensão do átomo e a explicação de fenômenos no nível atômico apresentam-se como uma dificuldade para os estudantes, e, nesse processo, pode-se identificar a presença de obstáculos epistemológicos, tais como a experiência primeira, o substancialismo e o realismo. Ao debater sobre a oxidação do magnésio a partir das concepções prévias dos estudantes, foi possível discutir as suas ideias, considerando as concepções espontâneas e propondo alternativas para lidar com os obstáculos epistemológicos. A partir de uma postura questionadora, o professor discutiu tais concepções, visando à construção do conhecimento científico. Portanto, defendemos que estratégias como estas, que consideram várias características da pedagogia científica de Bachelard, possam ser um caminho para transpor obstáculos epistemológicos no processo de ensino e aprendizagem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BACHELARD, G. (1996). *A formação do espírito científico*: contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Trad. Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto.
- BARDIN, L. (1979). *Análise de Conteúdo*. Lisboa: Edições 70.
- FONSECA, D. M. (2008). A pedagogia científica de Bachelard: uma reflexão a favor da qualidade da prática e da pesquisa docente. *Educação e Pesquisa*, 34(2), 361-370.
- JAPIASSÚ, H. (1976). *Para ler Bachelard*. Rio de Janeiro: F. Alves.
- LOPES, A. C. (2007). *Currículo e epistemologia*. Unijuí: Ed. Unijuí.
- MARTINS, A. F. P. (2007). Algumas contribuições da epistemologia de Gaston Bachelard à pesquisa em ensino de ciencias. *Anais... Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, Florianópolis, 2007.
- REIS, J. M. C., Kiouranis, N. M. M., & Silveira, M. P. (2015). Conceito de átomo: obstáculos epistemológicos e o processo de ensino e aprendizagem. *Anais... Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, Águas de Lindóia, 2015.
- ROGER, L. (2014). The pedagogical philosophy of Bachelard. *Antistasis*, 34-37.
- SILVA, E. L., SOUZA, F. L., & MARCONDES, M. E. R. (2010). “Transformações químicas” e “transformações naturais”: um estudo das concepções de um grupo de estudantes do ensino médio. *Educación Química*, 114 – 120.